

**STUDI PENGARUH VARIASI *HYDRAULIC LOADING RATE (HLR)* DAN
KONSENTRASI INFLUEN TERHADAP PENURUNAN BOD, COD, DAN TSS
LIMBAH CAIR DOMESTIK *BLACK WATER*
MENGUNAKAN REAKTOR UASB**

R. Reindy Ragil R*), Syafrudin**), Sudarno**)

Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, JL. Prof H. Sudarto SH Tembalang
Semarang

Abstract

Black water in Indonesia most still not yet been done processing. Therefore needed the existence of a research about effectiveness processing of black water use UASB. This research, parameter to check only BOD, COD, and TSS. Parameters is based on some parameters dominant existing in waste water domestic. Variation HLR is 0,06 m³/m²/jam, 0,04 m³/m²/jam, and 0,03 m³/m²/jam, COD concentration variation is 2347 mg / l for low concentration, 3000 mg / l for the mid concentration and 3800 mg / l for high concentration. From result of analysis got result of degradation BOD, COD, and TSS. Its Result, For the BOD degradation efficiency ranges 27,71 - 53,58%, for the COD degradation efficiency ranges 35,26 - 52,71%, and for the TSS degradation efficiency ranges 35,38 - 76,36%.

Keywords : *black water*, UASB, HLR

PENDAHULUAN

Permasalahan pencemaran air sampai saat ini masih menjadi masalah karena adanya perkembangan yang sangat pesat tanpa diimbangi dengan usaha untuk mengurangi pencemaran. Salah satu penyebab pencemaran air adalah adanya air limbah domestik. Air limbah domestik adalah air buangan yang berasal dari aktivitas rumah tangga seperti memasak, mandi, cuci, kakus. Air limbah domestik di Indonesia sebagian besar masih belum dilakukan pengolahan, apabila air limbah domestik tidak dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air penerima akan memberikan dampak negatif baik bagi kesehatan manusia maupun bagi lingkungan.

Air limbah rumah tangga (*Domestic*) dapat dibagi dalam dua kategori. Pertama adalah air limbah dari kaskus atau WC yang diistilahkan sebagai air buangan tinja atau "*black water*" dengan kandungan organik tinggi. Kategori air limbah rumah tangga kedua adalah air limbah rumah tangga bekas mandi, cuci dan air limbah dapur non kakus atau "*grey water*" selain terdapat kandungan organik yang cukup tinggi dan biasanya juga tercampur dengan deterjen bekas air cucian.

Dewasa ini pengolahan limbah menggunakan proses anaerob lebih banyak digunakan karena dapat menghasilkan biogas dan biomassa yang dihasilkan sedikit (Lettinga, 1996). Proses pengolahan secara anaerobik cocok untuk limbah yang mempunyai polutan organik yang tinggi (Ayati dan Ganjidoust, 2006). Hal ini dikarenakan pengolahan anaerobik tidak membutuhkan aerasi sehingga menghemat biaya dan menghasilkan padatan dalam jumlah yang sedikit. Terdapat banyak jenis reaktor yang dapat digunakan pada pengolahan anaerobik. Reaktor yang sering digunakan adalah reaktor UASB. UASB merupakan singkatan dari *upflow anaerobic sludge blanket* yaitu suatu sistem pengolahan biologis limbah cair dengan tingkat efisiensi removal organik polutan yang tinggi. Reaktor UASB mempunyai kemampuan mengolah air limbah dengan beban organik tinggi dan toleran terhadap beban kejut (*shock loading*) (Shanmugam dan Akunna, 2008).

Oleh karena itu diperlukan adanya suatu penelitian tentang efektivitas pengolahan limbah cair domestik menggunakan UASB. Pada penelitian ini, parameter yang akan diteliti hanya BOD, COD, dan TSS. Pemilihan parameter ini berdasarkan pada beberapa

parameter dominan yang ada dalam limbah cair domestik. COD merupakan salah satu parameter kunci untuk pendeteksian tingkat pencemaran air. Semakin tinggi COD semakin buruk kualitas air yang ada (Alaerts dan Santika, 1984).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahap, yaitu tahap pertama adalah uji karakteristik limbah *black water* Kelurahan Gabahan, Semarang. Tahap kedua yaitu pembuatan limbah *artificial black water*. Tahap ketiga adalah *aklimatisasi*. Tahap *aklimatisasi* dibagi menjadi 2 tahap yaitu tahap 50% dan tahap 100% dari konsentrasi limbah *black water*. Setelah tahap *aklimatisasi* selesai lalu dilanjutkan dengan tahap terakhir, yaitu *running*.

Tabel 1. Uji 1 karakteristik limbah black water Kelurahan Gabahan

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji
1	COD	mg/l	3.000
2	BOD	mg/l	1.218
3	TSS	mg/l	1.800
4	pH	-	7.13
5	Suhu	°C	27,03
6	DO	mg/l	0,51

Sumber : hasil analisis, 2012

Tabel 2. Uji 2 karakteristik limbah black water Kelurahan Gabahan

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji
1	COD	mg/l	2347
2	BOD	mg/l	1000
3	TSS	mg/l	1300
4	pH	-	7,44
5	Suhu	°C	27,68
6	DO	mg/l	0,52

Sumber : hasil analisis, 2012

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Reaktor berbentuk tabung yang berfungsi sebagai tangki anaerob.
- Bak penampung, dibuat dari drum air yang berfungsi sebagai tempat larutan limbah yang kemudian dialirkan ke dalam reaktor dengan debit yang telah ditentukan.
- Gelas ukur 10 ml, berfungsi untuk mengatur debit.
- Stopwatch, berfungsi untuk mengatur debit.
- Ember, sebagai penampung air olahan setelah keluar dari tangki pengendap yang siap dibuang serta penampung lumpur yang akan diresirkulasi dan dibuang.
- Valve, untuk mengecilkan/membesarkan aliran atau menutup/ membuka selang pada tangki pengendap untuk mengatur laju resirkulasi lumpur.
- Selang, penghubung antara tangki yang satu ke tangki berikutnya.
- Botol sampel, untuk menyimpan sampel yang dianalisa di laboratorium.
- Erlenmeyer untuk menampung gas yang dihasilkan dari proses anaerob di dalam reaktor.
- DO meter, alat pengukur DO (*Dissolve Oxygen*).
- Termometer, alat pengukur temperatur.
- pH meter, alat pengukur pH.

Pembuatan reaktor

Langkah-langkah pembuatan reaktor UASB, sebagai berikut :

- Siapkan botol air mineral berukuran 1,5 liter dan lubangi bagian bawah samping kiri botol air mineral untuk lubang influent, kemudian pasang *valve* pada lubang bawah dan lubangi bagian atas samping kanan botol untuk lubang effluent.
- Pasang selang di bagian bawah drum dan lubangi selang itu tiap 1 cm agar aliran *upflow* dan *sludge blanket* tidak mengendap tetapi membentuk granular sehingga tidak menyumbat lubang influent.
- Pasang penahan untuk mencegah agar pada saat *sludge* ada yang mengendap, tidak langsung menutupi lubang pada selang.
- Masukan air sampai setinggi penahan dan masukan bahan pembuatan *sludge blanket* berupa lumpur aktif, kemudian aduk merata.
- Lubangi reaktor di bagian atas yang berfungsi sebagai lubang effluent air limbah yang akan diuji konsentrasinya.

Pembuatan limbah artificial

Limbah *artificial* dibuat dengan bahan dasar akuades, glukosa ($C_6H_{12}O_6$), dan kaolin ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$). Untuk proses *aklimatisasi*, dilakukan pembuatan 3 konsentrasi *artificial* yang berbeda yaitu rendah, sedang, dan tinggi, dimana untuk masing-masing variasi konsentrasi dibuat 50% dan 100% dari konsentrasi limbah aslinya. Sedangkan pada tahap *running* hanya menggunakan variasi konsentrasi 100%.

Tabel 3. Variasi konsentrasi

Nama Reaktor	Konsentrasi		
	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	TSS (mg/L)
Rendah	2347	1000	1300
Sedang	3000	1218	1800
Tinggi	3800	1420	2650

Sumber : Hasil Analisis, 2012

Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk tabung dengan dimensi diameter 8 cm dan tinggi 30 cm dengan volume lumpur 35% dari volume limbah. Dilengkapi dengan tangki penampung influen (ember) yang bervolume 15 liter.

Volume reaktor 1,2 L dengan variasi debit berdasarkan lama waktu tinggal limbah dalam reaktor.

Pada penelitian ini akan dilakukan dengan tiga variasi HLR (*Hydraulic Loading Rate*) pada masing-masing reaktor. Dalam penelitian ini, *Hydraulic Retention Time* (HRT) yang diterapkan adalah 4 jam, 6 jam dan 8 jam.

Sehingga didapatkan variasi HLR sebagai berikut :

$$HLR_1 = 0,0003 \text{ (m}^3\text{/jam)} / 0,005 \text{ (m}^2\text{)} = 0,06 \text{ m}^3\text{/m}^2\text{/jam}$$

$$HLR_1 = 0,0002 \text{ (m}^3\text{/jam)} / 0,005 \text{ (m}^2\text{)} = 0,04 \text{ m}^3\text{/m}^2\text{/jam}$$

$$HLR_1 = 0,00015 \text{ (m}^3\text{/jam)} / 0,005 \text{ (m}^2\text{)} = 0,03 \text{ m}^3\text{/m}^2\text{/jam}$$

Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah tahap mengkondisikan mikroorganisme agar dapat hidup dan melakukan adaptasi. Lumpur biomassa dibiasakan untuk menerima dan sedikit demi sedikit menguraikan bahan-bahan tersebut pada reaktor kontinyu terlebih dahulu.

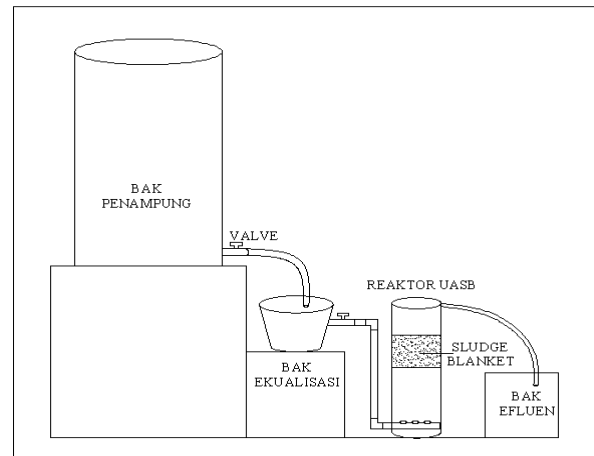
Tabel 4. Variasi Konsentrasi Untuk Tahap *Aklimatisasi*

Variasi Konsentrasi COD	Tahapan	Konsentrasi saat <i>Aklimatisasi</i>
2347 mg/l	Tahap I : 50% Tahap II : 100%	1173,5 mg/l 2347 mg/l
3000 mg/l	Tahap I : 50% Tahap II : 100	1500 mg/l 3800 mg/l
3800 mg/l	Tahap I : 50% Tahap III : 100%	1900 mg/l 3800 mg/l

Sumber : Hasil Analisis, 2012

Running

Satu siklus *running* memakan waktu 4-8 jam. Volume lumpur didesain sekitar 35% dari total volume reaktor UASB. Setelah *running* dan pengambilan sampel untuk satu variasi selesai, kemudian dilakukan pengambilan sampel. Setiap satu variasi dilakukan dengan 6 kali *running* secara kontinyu.



Gambar 1. Skema Reaktor UASB

Sumber : Hasil Analisis, 2012

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahap, yaitu tahap pertama adalah uji karakteristik limbah *black water* Kelurahan Gabahan, Semarang. Tahap kedua yaitu pembuatan limbah *artificial black water*. Tahap ketiga adalah *aklimatisasi*. Tahap *aklimatisasi* dibagi menjadi 2 tahap yaitu tahap 50% dan tahap 100% dari konsentrasi limbah *black water*. Setelah tahap *aklimatisasi* selesai lalu dilanjutkan dengan tahap terakhir, yaitu *running*.

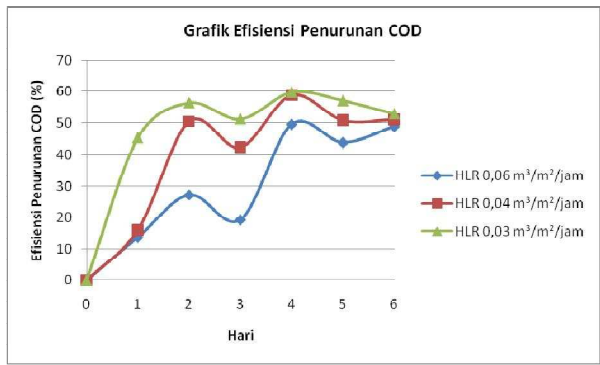
Pada penelitian ini digunakan 9 reaktor yang dibedakan berdasarkan konsentrasinya yaitu konsentrasi rendah, sedang, dan tinggi. Konsentrasi rendah terdapat pada reaktor R4, R6, dan R8 dengan konsentrasi COD di influen sebesar 2446,67 mg/l. Konsentrasi sedang terdapat pada reaktor S4, S6, dan S8 dengan konsentrasi COD di influen sebesar 3180 mg/l. Konsentrasi tinggi terdapat pada reaktor T4, T6, dan T8 dengan konsentrasi COD di influen sebesar 3856,67 mg/l.

Tabel 5. Jenis-Jenis Reaktor

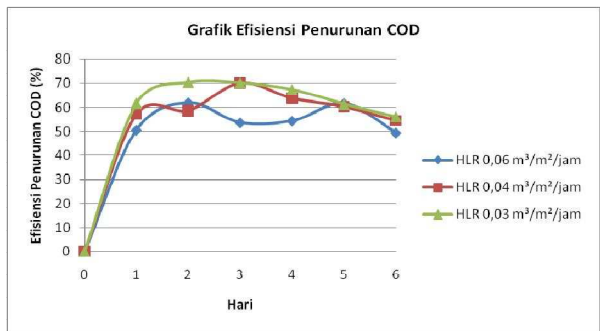
Nama Reaktor	Konsentrasi COD Influen	HRT (jam)	Debit (L/jam)	HLR (m ³ /m ² /jam)
R4	Rendah	4	0,3	0,06
R6	Rendah	6	0,2	0,04
R8	Rendah	8	0,15	0,03
S4	Sedang	4	0,3	0,06
S6	Sedang	6	0,2	0,04
S8	Sedang	8	0,15	0,03
T4	Tinggi	4	0,3	0,06
T6	Tinggi	6	0,2	0,04
T8	Tinggi	8	0,15	0,03

Sumber : Hasil Analisis, 2012

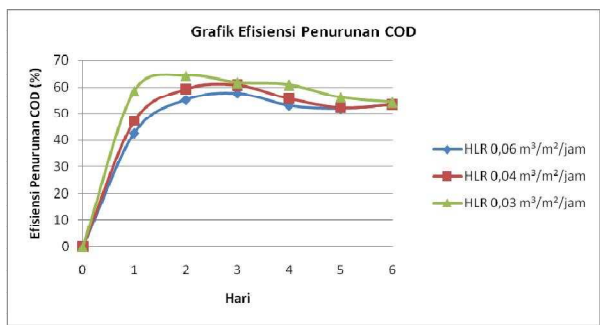
Aklimatisasi 50%



(a)



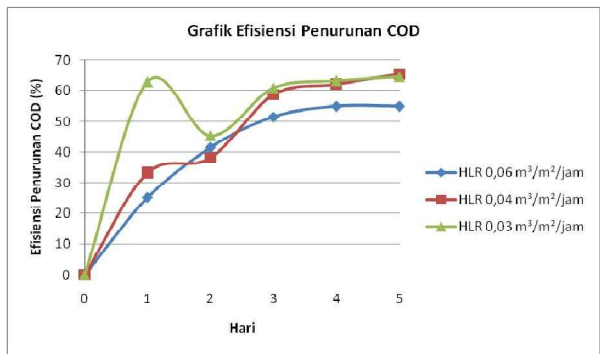
(b)



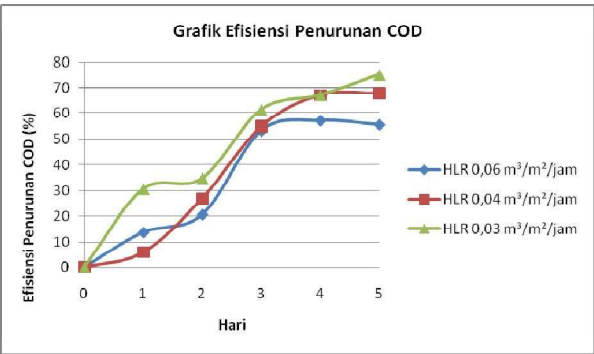
(c)

Gambar 2. Grafik Penurunan COD Aklimatisasi 50%
(a) COD konsentrasi rendah, (b) COD konsentrasi sedang, (c) COD konsentrasi tinggi
Sumber : Hasil Analisis, 2012

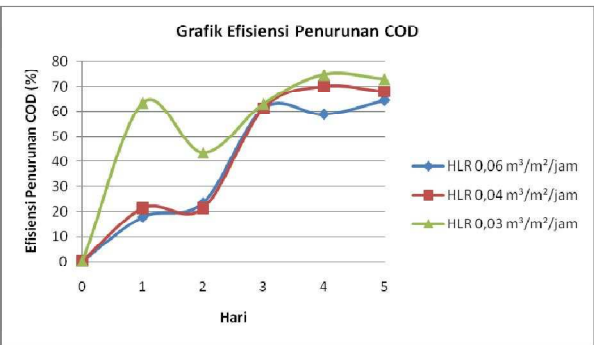
Aklimatisasi 100%



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Grafik Penurunan COD Aklimatisasi 100%
(a) COD konsentrasi rendah, (b) COD konsentrasi sedang, (c) COD konsentrasi tinggi
Sumber : Hasil Analisis, 2012